

# КАЧЕСТВО ОТЛИВОК ИЗ СПЛАВА АК12 ПО ИНДЕКСУ ПЛОТНОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТУ ПОРАЖЕННОСТИ ОКИСНЫМИ ПЛЕНАМИ

**Антонов М.М.**

*руководитель – доцент, канд. техн. наук Орелкина Т.А., нач. мет. отдела  
ООО «К&К» Богданова Т.А.*

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск  
emaciate@mail.ru

Плавление и литье алюминиевых сплавов сопровождается взаимодействием металла с футеровкой печи, влагой, газами атмосферы и составляющими шихты. Основную опасность в отливках алюминиевых сплавах представляет растворимый в жидком алюминии водород, а также кислород, образующий соединение - оксид алюминия ( $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ ) в виде окисных плен, что оказывает отрицательное влияние на качество литых изделий. Водород с алюминием химических соединений практически не образует, он находится в расплаве в виде пор, заполненных молекулярным водородом; водород также адсорбируется в расплаве оксидом алюминия. Из-за того, что давление газа в порах меньше чем атмосферное, то они остаются в расплаве, и образуют в отливках газовую пористость, тем самым, ухудшая механические и эксплуатационные свойства отливок.

Поэтому, при производстве отливок необходим контроль содержания водорода в сплавах, который может производиться методом косвенного определения водорода по индексу плотности проб при разряженном и атмосферном давлении. Оценка «чистоты» сплава осуществляется также на изломах осаженных технологических проб с целью определения количества и распределения окисных плен в виде отдельных площадок.

В данной работе было проведено исследование зависимости индекса плотности от температуры рафинирования сплава АК12, и определение загрязнённости металла окисными пленами по технологической пробе.

Индекс плотности в работе рассчитывали по измерениям плотности образцов, отобранных из одного раздаточного ковша. Образцы были взяты до и после рафинирования с учетом изменения температуры приготовления сплава. Проба для анализа составила 50-60 г расплава АК12. Затвердевание первого образца происходило при разряженном давлении 80 мбар при температуре 200°C, затвердевание второго образца - при атмосферном давлении. После охлаждения проб, измеряли плотность каждого образца методом Архимеда с использованием специальных аналитических весов AND GX600. В первой пробе плотность, из-за выделения молекулярного водорода при низком давлении, ниже пробы,

затвердевшей при атмосферном давлении. По результатам плотности двух проб производили расчет индекса плотности по формуле:

$D = [(\rho_1 - \rho_2) / \rho_1] * 100\%$ , где  $\rho_1$  - плотность образца, закристаллизованного при атмосферном давлении;  $\rho_2$  - плотность образца, закристаллизованного в вакуумной камере.

Процесс рафинирования производят для очистки расплава от неметаллических включений, оксидов и водорода за счет продувки расплава чистым аргонном, и добавками флюсов. Температура рафинирования в работе изменялась от 730 до 780 °С. После очистки расплава значения индекса плотности проб должны составлять 1-4 %.

После измерения индекса плотности проб из сплава АК12, проведен корреляционный анализ экспериментальных данных и получена зависимость индекса плотности от температуры рафинирования, которая

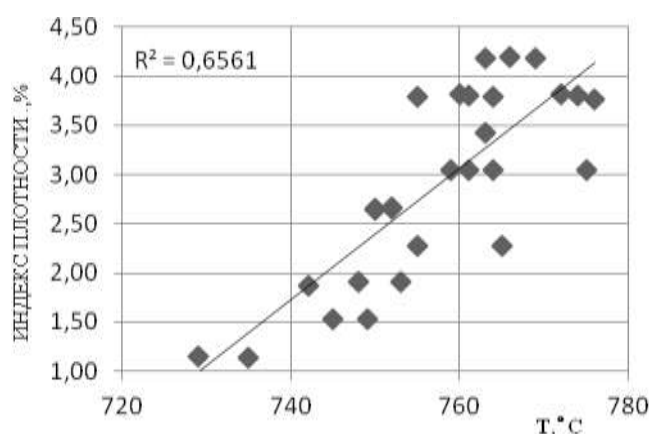


Рисунок 1. Влияние температуры рафинирования на индекс плотности сплава АК12

представлена на рисунке 1. Проведенные мероприятия по очистке расплава позволили снизить индекс плотности почти на 90% относительно нерафинированного расплава. Из графика следует, что рост индекса плотности сплава наблюдается с увеличением температуры рафинирования расплава, вследствие интенсивного поглощения газов из окружающей среды, что подтверждается

литературными данными. Экспериментальные значения показывают практически линейную зависимость индекса плотности от температуры рафинирования и находятся в пределах допустимого уровня.

Технологическая проба для определения окисных плен по методу Добаткина была подготовлена из чушки. Образцы осаживали на гидравлическом прессе с плоскими бойками. Температура инструмента при осадке составляла 270-300°С, время выдержки при нагреве образцов до 400-470°С - не менее 2 часов. После осадки заготовок (галет), на гидравлическом прессе усилием 50-150 тс произвели излом при помощи клина с углом заострения 45±15. Оценку качества металла проводили по результатам определения отношения площади дефектов (в мм²), обнаруженных в изломах технологических проб, к общей площади исследуемого излома(в см²)  $K_d = S_d / S_{изл}$ , где  $K_d$  – коэффициент пораженности дефектами;  $S_d$  – площадь дефектов, мм²;  $S_{изл}$  – площадь излома, см². Обнаружение дефектов в изломе являются результатом того, что при осадке слитка они вытягиваются в направлении деформации.

Технологические пробы осаженных образцов из исследуемого сплава приведены на рисунке 2 а, б. Исследования технологических проб показали, что если индекс плотности у сплава превышает 9%, то на изломе осаженной галеты наблюдаются площадки - оксидные пленки, прогрессирующие в процессе деформации, рис. 2 а,в. В готовых изделиях эти дефекты способствуют развитию усталостных трещин. Коэффициент пораженности в образцах с индексом плотности значительно превышающих допустимый уровень, составляет 1-2%. При допустимом уровне индекса плотности сплава в изломе окисных плен не наблюдается, рис. 2б.

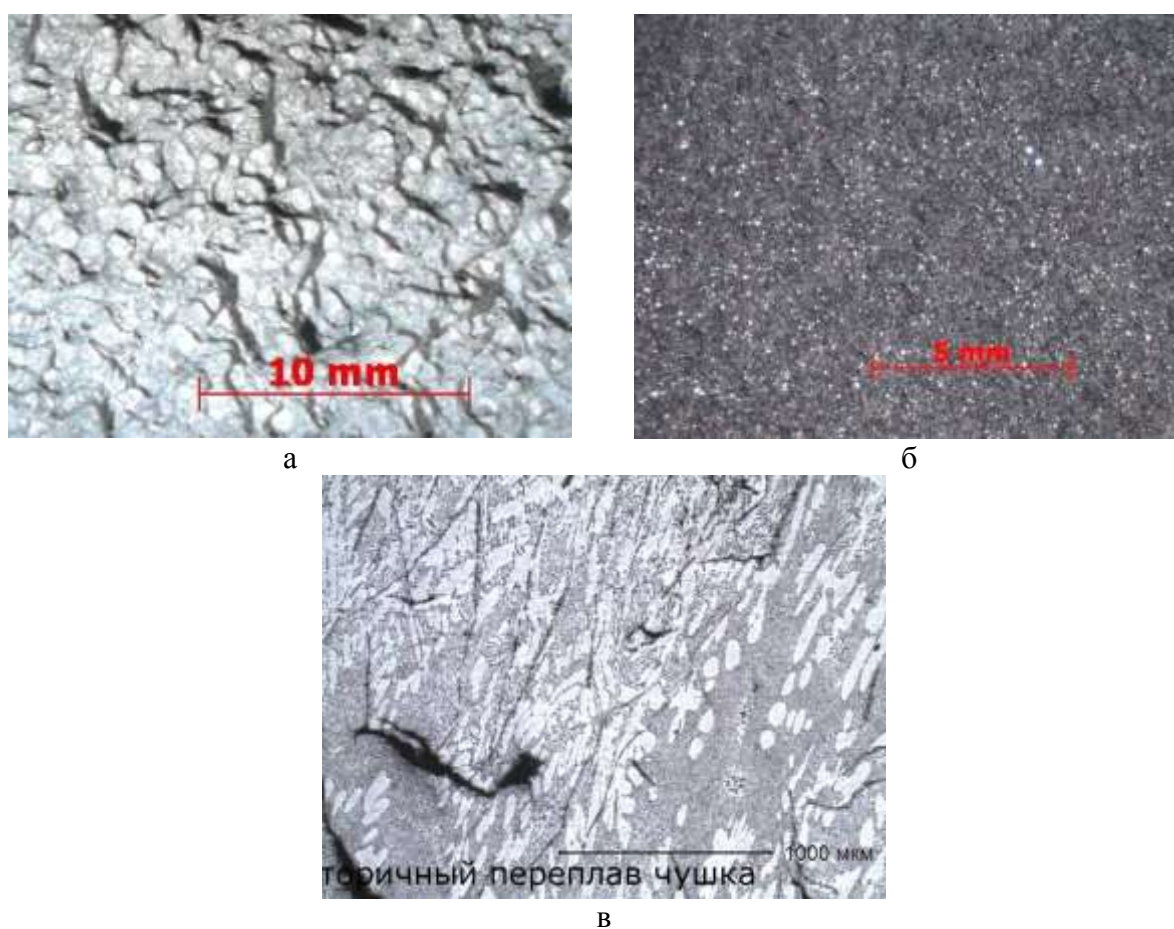


Рисунок 2. Изломы галет с индексом плотности: а → 9%; б – <9%.  
в – микроструктура технологической пробы после осадки с ИП >9%,  $\times 1000$ .

**Выводы.** В работе установлена зависимость индекса плотности от температуры рафинирования расплава. Определена связь между характером технологической пробы и индексом плотности сплава. «Чистота» расплава определяет качество отливок, поэтому необходимо продолжение исследования по влиянию на индекс плотности дополнительных технологических факторов: условия рафинирования, состояние атмосферы при изготовлении расплава, загрязненность шихтовых материалов.